

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO DE RUTEO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Felipe Olaya
Universidad Eafit
Colombia
folayao@eafit.edu.co

Laura Sánchez
Universidad Eafit
Colombia
lsanchezc@eafit.edu.co

Manuela Valencia
Universidad Eafit
Colombia
mvaleciat@eafit.edu.co

Mauricio Toro
Universidad Eafit
Colombia
mtorobe@eafit.edu.co

o

RESUMEN

Ante la creciente problemática ambiental de la cual una de sus causas es el constante uso de tecnologías emisoras de gases invernadero como son los autos a combustible, se hace necesario buscar alternativas viables y más amigables con el medio ambiente.

Partiendo de este problema se busca implementar una solución a partir del uso de autos eléctricos. Sin embargo, estos tienen varias restricciones como el rango de conducción y el extenso tiempo de carga, por lo que se necesita hallar una solución que permita buscar la ruta más óptima (teniendo en cuenta el tiempo empleado en los viajes y cargas) para llevar a cabo los recorridos. De esta manera se pretende crear una solución cimentada en el diseño de algoritmos y estructuras de datos para resolver el problema, tomando como base otros trabajos relacionados y a partir de estos llegar a una solución propia, viable y rápida.

PALABRAS CLAVE

Diseño de algoritmos, estructuras de datos, grafos, ruteo de vehículos, soluciones óptimas, análisis de datos, TSP.

PALABRAS CLAVE DE LA CLASIFICACIÓN DE LA ACM

Software and its engineering → Software creation and management → Designing software → Software design engineering

Software and its engineering → Software creation and management → Designing software → Software implementation planning → Software design techniques

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente son muchas las personas que usan tecnologías y artefactos dependientes del petróleo, y emisores de diferentes gases de efecto invernadero. Esto ha estado ocasionando un desgaste cada vez peor en el planeta, lo cual ha sido altamente notable en los últimos años con el descontrol climático.

Por esto, es importante actuar lo más pronto posible, pues es un problema que involucra la vida y la salud de todas las personas, y si no se actúa rápido, llegaremos a un punto en el que ya no haya nada que hacer.

Una manera de disminuir esta problemática es con el uso de vehículos eléctricos, pero tienen cierta limitación, y es el bajo rango de conducción y el alto tiempo de carga que

requiere. A esto, es a lo que se quiere dar solución con este proyecto.

Tal y como ésta, existen muchas otras problemáticas relacionadas, tal y como el problema del agente viajero, el problema de Enrutamiento de Vehículos eléctricos de Carga parcial con Carga lineal, y otros más que serán explicados a continuación. Mediante el estudio de éstas se comenzará a dar resolución a nuestro problema de Enrutamiento de Vehículos Eléctricos.

2. PROBLEMA

Se requiere diseñar un algoritmo que permita obtener al usuario la ruta más óptima para que una flota de camiones (cuyo número no es fijo) para visitar un conjunto de clientes. La ruta obtenida deberá ser aquella que minimice lo mejor posible el tiempo total del recorrido con carga lineal y parcial (suma del tiempo de carga con el de visita a los clientes).

3. TRABAJOS RELACIONADOS

Se va a hacer alusión a los siguientes problemas:

Problema del Agente Viajero

Problema de Enrutamiento de Vehículos Eléctricos de Carga parcial con Carga lineal

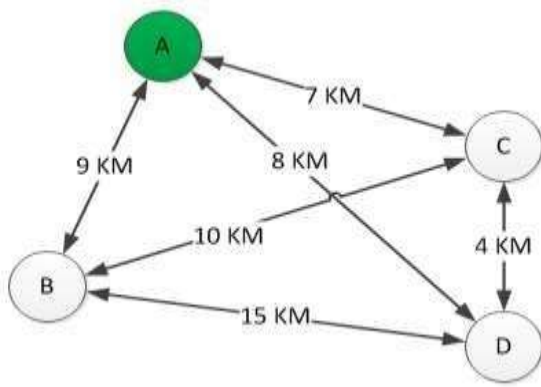
Problema de enrutamiento de vehículos eléctricos con tiempo de carga y tiempo de viaje variable

Problema de enrutamiento de vehículos

Estos problemas mencionados tienen una relación con nuestro problema a tratar, las diferencias que manejan consisten en el enfoque como tal cada uno de los problemas, por ejemplo, en la sección 3.3 se enfoca en los tiempos de carga, el 3.1 en el costo, y así varía dependiendo del contexto en el que se esté hablando.

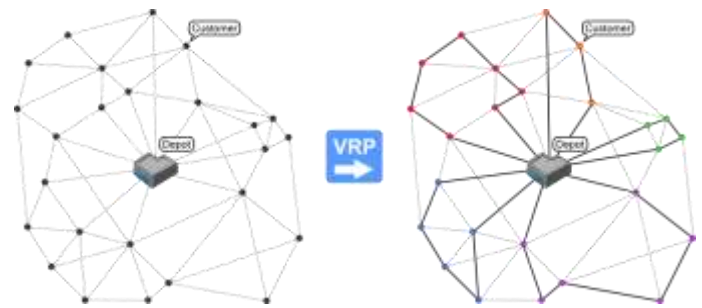
3.1 Problema del Agente Viajero

Se tiene una cantidad de puntos y el costo de viajar entre cada par de ellos, para eso se usa el TSP, es encontrar la forma más barata de visitar todos los puntos y regresar a su punto de partida. En la versión estándar, los costos de viaje son simétricos en el sentido de que viajar del punto X al punto Y cuesta tanto como viajar de Y a X. En la gráfica 1 podemos ver un ejemplo de costos asimétricos entre los puntos. [1]



Gráfica 1: en este caso los costos se miden en distancia. [2]

puede ver una imagen de una entrada típica para un problema de VRP y una de sus posibles salidas:



Gráfica 2

3.2 Problema de Enrutamiento de Vehículos Eléctricos de Carga parcial con Carga lineal

Los vehículos eléctricos son una de las tecnologías más prometedoras para reducir la dependencia del petróleo y las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso de vehículos eléctricos en el transporte de mercancías y pasajeros introduce una nueva familia de problemas de enrutamiento de vehículos (VRP), los llamados VRP eléctricos (eVRP). Como su nombre lo indica, los eVRP extienden los VRP clásicos para dar cuenta de las características técnicas de los vehículos eléctricos donde hay que tener en cuenta el tiempo y costo de carga. Sin embargo, se ha visto que tratar la carga de manera no lineal da un costo extra al calcular las rutas, por lo que a la hora de buscar solución al clásico problema VRP se hace más factible tomar la carga como una función lineal [3].

3.3 Problema de enrutamiento de vehículos eléctricos con tiempo de carga y tiempo de viaje variable

Se tiene enrutamiento de vehículos eléctricos con tiempo de carga y tiempo de viaje variable para abordar algunos problemas operativos tales como la limitación del alcance y la demanda de carga. El modelo se resuelve mediante el uso de un algoritmo genético para obtener las rutas, la hora de salida del vehículo en el depósito y el plan de carga. [4]

3.4 El problema de enrutamiento de vehículos

El problema de enrutamiento de vehículos (VRP) es un nombre genérico dado a toda una clase de problemas en los que se debe determinar un conjunto de rutas para una flota de vehículos en uno o varios depósitos para una cantidad de ciudades o clientes geográficamente dispersos. El objetivo del VRP es entregar un conjunto de clientes con demandas conocidas sobre rutas de vehículos de costo mínimo que se originan y terminan en un depósito [5]. En el gráfico 2 se

4. TSP (Problema del Agente Viajero)

El problema del agente viajero tiene como objetivo, juntar todos los nodos de una red, visitándolos solo una vez y regresando al punto de partida; también como ideal de este algoritmo es minimizar costos (distancia total recorrida entre, nodo y nodo).

4.2 Criterios de diseño de la estructura de datos

Usamos el agente viajero, por los siguientes motivos: Para poder tener una mayor eficiencia en el tiempo, ya que hallando la distancia más corta con éstas poder hacer las mediciones de tiempos de forma ágil garantizando una buena solución, con la memoria decidimos usar una matriz de adyacencia para poder representar grafos, a pesar de que esta es más pesada, es más eficiente a la hora de ir a recuperar la información para ir de un nodo a otro, siendo así más eficiente con los tiempos.

4.3 Cálculo de la complejidad del algoritmo

Método	Leer	AgenteViajero
Complejidad	$O(n)=n^2$	$O(n)=n*m$

Siendo n el número de nodos existentes en el grafo (puntos en el mapa: clientes, estaciones, depósito) y la variable m los nodos en evaluación, es decir los sucesores por los que sigue la ruta.

4.7 Criterios de diseño del algoritmo

Se decidió hacer este algoritmo de esta forma, porque a la hora de llevar a cabo la lectura de los datos, resulta mucho más fácil su almacenamiento y posterior manejo, se entiende el problema como la representación abstracta de un grafo con las coordenadas estipuladas en los ficheros.

Estas coordenadas representan las ubicaciones de las paradas existentes (ya sea deposito, cliente o estación de carga), la representación del grafo se lleva a cabo mediante una matriz de adyacencia que si bien ocupa una buena cantidad de espacio, el problema se diseña para un grafo conexo, lo que implica que no se perderá nada del espacio apartado, por otra parte; manejar los datos con ésta se hace mucho más sencillo, pues tanto almacenar una distancia, como retornarla tiene una complejidad $O(1)$.

Para el desarrollo de la búsqueda de una ruta óptima se emplea actualmente una implementación del algoritmo de El Vecino más Cercano, conocido como la solución al problema del Agente Viajero. esta implementación nos permite Hallar una ruta óptima teniendo en cuenta los costos (distancias existentes entre los puntos), se mira cual es el menor partiendo del depósito para llegar a los clientes y pasando en ocasiones por las estaciones de carga

4.8 Tiempos de Ejecución

Tiempo de ejecución:

	Txt 1	Txt 2	Txt3	Txt 4	Txt 5
Leer (ms)	118	69	67	44	46
Agente Viajero (ms)	82	52	93	45	27

REFERENCIAS

1. Travelling Salesman Problem | Set 1 (Naive and Dynamic Programming).
<https://www.geeksforgeeks.org/travelling-salesman-problem-set-1/>
2. Salazar, B. PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO - TSP.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaciones-de-operaciones/problema-del-agente-viajero-tsp/>
3. Montoya, A. , Guéret, C. , Mendoza J. and Villegas J. The electric vehicle routing problem with partial charging and nonlinear charging function. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01245232/document>
4. Shao, S. , Guan W. , He, Z. and Bi, J. Electric Vehicle Routing Problem with Charging Time and Variable Travel Time. Mathematical Problems in Engineering Volume 2017 (2017), Article ID 5098183, 13 pages <https://doi.org/10.1155/2017/5098183>.
5. Vehicle Routing Problem.
<http://neo.lcc.uma.es/vrp/bibliography-on-vrp/>

